

PCT/JP 2004/015366

25.10.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 18 NOV 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 2 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 6 3 6 3 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 6 3 6 3 5]

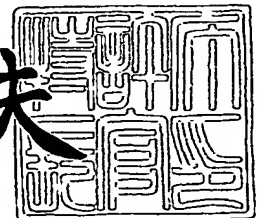
出 願 人 新日本石油株式会社
Applicant(s):

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 6 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 5 3 0 6 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 P031520
【提出日】 平成15年10月23日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01G 9/058
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 新日本石油株式会社内
 【氏名】 猪飼 慶三
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 新日本石油株式会社内
 【氏名】 尾野 秀樹
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 新日本石油株式会社内
 【氏名】 水田 美能
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都港区西新橋一丁目 3 番 1 2 号 新日本石油株式会社内
 【氏名】 北嶋 栄二
【特許出願人】
 【識別番号】 000004444
 【氏名又は名称】 新日本石油株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100123788
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 宮崎 昭夫
 【電話番号】 03-3585-1882
【選任した代理人】
 【識別番号】 100088328
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 金田 暢之
【選任した代理人】
 【識別番号】 100106297
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 克博
【選任した代理人】
 【識別番号】 100106138
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 石橋 政幸
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 201087
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

電気二重層キャパシタ電極用活性炭であって、

該活性炭 80 質量%、ケッチェンブラック 10 質量%およびポリテトラフルオロエチレン 10 質量%からなる直径 16 mm、厚さ 0.5 mm の円形状の電極に、電解液である 1 mol/L のトリエチルメチルアンモニウムテトラフルオロボレートを含むプロピレンカーボネートを含浸させた電極一対と、この 2 枚の電極間に厚さ 50 μ m のセルロース製セパレータとを有する電気二重層キャパシタを形成し、20℃で、0 V を中心に振幅 10 mV とし、周波数を 0.1 Hz から 1 MHz へと変化させて電気二重層キャパシタの交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分 (Z_{Re}) の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値 ($-Z_{Im}$) の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さないことを特徴とする電気二重層キャパシタ電極用活性炭。

【請求項 2】

活性炭原料用炭素材料にアルカリ金属水酸化物を混合し、不活性ガス雰囲気下に加熱することにより活性炭を得る賦活工程；

該活性炭中のアルカリ金属を失活させ、除去する失活除去工程；および

該失活除去工程を経た活性炭を不活性ガス雰囲気下に 400℃を超え前記賦活工程の加熱温度未満に加熱する熱処理工程

を有することを特徴とする、請求項 1 記載の電気二重層キャパシタ電極用活性炭の製造方法。

【請求項 3】

前記アルカリ金属水酸化物が水酸化カリウムである請求項 2 記載の電気二重層キャパシタ電極用活性炭の製造方法。

【請求項 4】

賦活後のアルカリ金属の失活を、該アルカリ金属を 200℃以上の温度で二酸化炭素ガスと反応させること、および／または、活性炭を水洗あるいは酸洗することにより行う請求項 2 または 3 記載の電気二重層キャパシタ電極用活性炭の製造方法。

【請求項 5】

前記活性炭原料用炭素材料が易黒鉛化性炭素である請求項 2～4 のいずれか一項記載の電気二重層キャパシタ電極用活性炭の製造方法。

【請求項 6】

前記易黒鉛化性炭素が石油コークスである請求項 5 記載の電気二重層キャパシタ電極用活性炭の製造方法。

【請求項 7】

一対の電極と電解液とを有する電気二重層キャパシタであって、

20℃で、0 V を中心に振幅 10 mV とし、周波数を 0.1 Hz から 1 MHz へと変化させて該電気二重層キャパシタの交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分 (Z_{Re}) の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値 ($-Z_{Im}$) の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さないことを特徴とする電気二重層キャパシタ。

【請求項 8】

一対の電極と電解液とを有する電気二重層キャパシタであって、

該一対の電極の少なくとも一方が請求項 1 記載の活性炭を含むことを特徴とする電気二重層キャパシタ。

【書類名】明細書

【発明の名称】電気二重層キャパシタ、その電極用活性炭とその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は電気二重層キャパシタに関し、また、電気二重層キャパシタの電極に用いられる活性炭に関する。

【背景技術】

【0002】

電気二重層キャパシタを構成する電極は、活性炭を主体として製造されている。活性炭を主成分とする電極においては、活性炭の表面に形成される電気二重層に蓄積される電荷が電気二重層キャパシタの静電容量に寄与するため、比表面積の大きな活性炭が用いられている。

【0003】

活性炭は、おがくず、ヤシ殻等の植物系の炭化物、石炭、石油由来のピッチ、コークス系の炭化物またはフェノール樹脂等の合成高分子系の炭化物を賦活することで製造される。

【0004】

賦活は、二酸化炭素や水蒸気を含んだ酸化性ガス中で500～1000℃に加熱する方法、あるいは、原料炭化物をアルカリ金属水酸化物と混合して熱処理する方法が知られている。

【0005】

電気二重層キャパシタとして重要な特性は（１）高いエネルギー密度、（２）低い内部抵抗などが挙げられる。このうち、高いエネルギー密度のためには、電極材料である活性炭が高い静電容量を有することが必要であり、そのため石炭、石油由来のピッチ、コークス系の炭化物またはフェノール樹脂等の合成高分子系の炭化物をアルカリ金属水酸化物を用いて賦活（アルカリ賦活）した活性炭が報告されている（非特許文献1：西野敦、直井勝彦監修「大容量キャパシタ技術と材料ⅠⅠ」、76頁）。

【0006】

一方、電気二重層キャパシタの内部抵抗は低いほど望ましい。アルカリ賦活などで製造された活性炭を電極材料として使用した電気二重層キャパシタにおいても、内部抵抗のさるなる低抵抗化が望まれている。

【非特許文献1】西野敦、直井勝彦監修「大容量キャパシタ技術と材料ⅠⅠ」、76頁

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、静電容量が高く、かつ、内部抵抗が低い電気二重層キャパシタを提供することである。

【0008】

本発明の別の目的は、静電容量が高く、かつ、内部抵抗が低い電気二重層キャパシタを得ることができる電気二重層キャパシタ電極用活性炭と、その製造方法とを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明により、電気二重層キャパシタ電極用活性炭であって、

該活性炭80質量%、ケッチェンブラック10質量%およびポリテトラフルオロエチレン10質量%からなる直径16mm、厚さ0.5mmの円形状の電極に、電解液である1mol/lのトリエチルメチルアンモニウムテトラフルオロボレートを含むプロピレンカーボネートを含浸させた電極一対と、この2枚の電極間に厚さ50μmのセルローズ製セパレータとを有する電気二重層キャパシタを形成し、20℃で、0Vを中心に振幅10m

Vとし、周波数を0.1Hzから1MHzへと変化させて電気二重層キャパシタの交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分 (Z_{Re}) の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値 ($-Z_{Im}$) の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さないことを特徴とする電気二重層キャパシタ電極用活性炭が提供される。

【0010】

また、本発明により、活性炭原料用炭素材料にアルカリ金属水酸化物を混合し、不活性ガス雰囲気下に加熱することにより活性炭を得る賦活工程；
該活性炭中のアルカリ金属を失活させ、除去する失活除去工程；および
該失活除去工程を経た活性炭を不活性ガス雰囲気下に400℃を超え前記賦活工程の加熱温度未満に加熱する熱処理工程
を有することを特徴とする上記の電気二重層キャパシタ電極用活性炭の製造方法が提供される。

【0011】

この製造方法において、前記アルカリ金属水酸化物が水酸化カリウムであることが好ましい。

【0012】

この製造方法において、賦活後のアルカリ金属の失活を、該アルカリ金属を200℃以上の温度で二酸化炭素ガスと反応させること、および／または、活性炭を水洗あるいは酸洗することにより行うことが好ましい。

【0013】

前記活性炭原料用炭素材料が易黒鉛化性炭素であることが好ましい。

【0014】

前記易黒鉛化性炭素が石油コークスであることが好ましい。

【0015】

また、本発明により、一対の電極と電解液とを有する電気二重層キャパシタであって、
20℃で、0Vを中心に振幅10mVとし、周波数を0.1Hzから1MHzへと変化させて該電気二重層キャパシタの交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分 (Z_{Re}) の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値 ($-Z_{Im}$) の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さないことを特徴とする電気二重層キャパシタが提供される。

【0016】

また、本発明により、一対の電極と電解液とを有する電気二重層キャパシタであって、
該一対の電極の少なくとも一方が上記の活性炭を含むことを特徴とする電気二重層キャパシタが提供される。

【発明の効果】

【0017】

本発明の電気二重層キャパシタは、20℃で、0Vを中心に振幅10mVとし、周波数を0.1Hzから1MHzへと変化させて交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分 (Z_{Re}) の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値 ($-Z_{Im}$) の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さないことを特徴とする。このような変化を示す場合、電極に含まれる活性炭の細孔にイオンが拡散しやすくなり、電気二重層キャパシタの内部抵抗がより低くなると考えられる。

【0018】

従って、アルカリ賦活法によって製造した活性炭を電極材料として使用することにより、電気二重層キャパシタの静電容量を高くすることができ、また、電気二重層キャパシタのインピーダンス特性を上記のように規定することにより、高い静電容量を維持しつつ、電気二重層キャパシタの内部抵抗をさらに低くすることができる。

【0019】

通常、当該活性炭80質量%、ケッチェンブラック10質量%およびポリテトラフルオ

ロエチレン10質量%からなる直径16mm、厚さ0.5mmの円形状の電極に、電解液である1mol/Lのトリエチルメチルアンモニウムテトラフルオロボレートを含むプロピレンカーボネートを含浸させた電極一对と、この2枚の電極間に厚さ50 μ mのセルローズ製セパレータとを有する電気二重層キャパシタを形成し、20℃で、0Vを中心に振幅10mVとし、周波数を0.1Hzから1MHzへと変化させて交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分(Z_{Re})の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値($-Z_{Im}$)の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さない活性炭を電極材料として使用することにより、電気二重層キャパシタの内部抵抗を十分に低くすることができる。この場合、電気二重層キャパシタの一对の電極の何れか一方がこのような活性炭を含んでいればよいが、内部抵抗の観点から、両方の電極がこのような活性炭を含んでいることが好ましい。

【0020】

なお、交流インピーダンス測定については、例えば、技報堂出版(株)、藤島 昭 他著「電気化学測定法」や、(株)化学同人、大堺 利行 他著「ベーシック電気化学」などに記載されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

〔電気二重層キャパシタ電極用活性炭〕

本発明においては、上記のような電気二重層キャパシタのインピーダンス特性が得られれば、電極材料として使用する活性炭は特に限定されないが、例えば、以下のようにして製造することができる。

【0022】

活性炭原料用炭素材料としては、アルカリ金属水酸化物を用いた賦活により活性炭とすることのできる公知の材料を用いることができる。電気二重層キャパシタとしたときの静電容量の観点から、易黒鉛化性炭素や、フェノール樹脂などの合成高分子系の炭化物が好ましい。なお、一般に炭素材料は、3000℃程度の高温に加熱した場合に黒鉛構造となる易黒鉛化性炭素と、完全に黒鉛構造にならない難黒鉛化性炭素とに大別される(真田雄三著:炭素化学の基礎、19頁)。

【0023】

易黒鉛化性炭素は、例えば、塩化ビニル系樹脂、ポリアクリロニトリルなどの脂肪族系高分子化合物の他、タール、メゾフェースピッチ、ポリイミドなどの芳香族系高分子化合物を、約800℃以下で焼成処理することによって得ることができる。また、石油系ピッチ、石炭系ピッチ等のピッチ材料を焼成処理して得られる石油コークスや石炭コークスも易黒鉛化性炭素として用いることができる。中でも、コストの観点および電気二重層キャパシタにしたときの内部抵抗の観点から、石油コークスが好ましい。

【0024】

賦活工程における賦活反応に使用するアルカリ金属水酸化物としては、例えば、KOH、NaOH、RbOH、CsOHが挙げられる。中でも、賦活効果の観点および電気二重層キャパシタにしたときの電気容量の観点から、KOHが好ましい。

【0025】

アルカリ金属水酸化物の使用量は、活性炭製造のためのアルカリ賦活において公知の範囲から適宜選ぶことができるが、賦活の進行度の観点から活性炭原料用炭素材料に対して質量基準で1倍以上とすることが好ましく、経済性の観点から活性炭原料用炭素材料に対して質量基準で3倍未満とすることが好ましい。

【0026】

本発明においては、不活性ガス雰囲気下で賦活を行うが、不活性ガスとしては、希ガスや窒素ガスなどを用いることができる。

【0027】

賦活工程では、活性炭原料用炭素材料にアルカリ金属水酸化物を混合し、600℃を超え1000℃未満に加熱することが好ましい。

【0028】

アルカリ賦活反応によって生成するアルカリ金属の失活は、活性炭の製造方法において公知の方法により行うことができる。例えば、アルカリ金属を二酸化炭素と反応させたり、活性炭を水洗あるいは酸洗したりすることによりアルカリ金属を失活させることができる。

【0029】

アルカリ金属を二酸化炭素と反応させるための温度は、反応性の観点から、200℃を超えことが好ましく、300℃を超えることがより好ましく、400℃を超えることがさらに好ましい。また、活性炭自体が二酸化炭素によって酸化されることを抑える観点から、この温度は700℃以下が好ましい。

【0030】

失活のための水洗は、アルカリ賦活の後、また、アルカリ賦活の後に行われる上記二酸化炭素との反応の後に行われる公知の水洗方法によって適宜行うことができる。失活のための酸洗は、アルカリ賦活を伴う活性炭の製造方法において公知の酸洗方法によって適宜行うことができる。また、酸洗の後に水洗を行ってもよい。水洗を複数回繰り返すこともできる。水洗の後に酸洗し、その後に水洗を行うなど、適宜水洗と酸洗とを組合せることもできる。

【0031】

酸洗のために使用する酸としては、塩酸や酢酸などを用いることができる。これらを適宜希釈するなどし、活性炭を洗浄することができる。

【0032】

失活したアルカリ金属の除去は、活性炭の製造方法において公知の方法により行うことができる。例えば、上記失活のための水洗（酸洗を伴ってもよい）と同様にして行うことができる。上記水洗を行えば、アルカリ金属の失活と除去とを兼ねることができる。

【0033】

失活除去工程の後、活性炭を不活性ガス雰囲気下に400℃を超え、賦活工程の温度未満に加熱する熱処理工程を行う。これにより、得られた活性炭を電極材料として使用した場合に、上記のような電気二重層キャパシタのインピーダンス特性を得ることができる。

【0034】

熱処理工程において、熱処理温度は450℃を超える温度とすることが好ましく、500℃を超える温度とすることがより好ましい。また、熱処理温度は賦活温度より50℃以上低い温度とすることが好ましい。熱処理温度は、中でも、500～700℃が好ましい。

【0035】

なお、熱処理温度は一定に保つ必要は必ずしもなく、上記の範囲内で変化させることもできる。

【0036】

熱処理は、活性炭の酸化燃焼による重量減少を防ぐために、通常、窒素ガス雰囲気中などの不活性ガス雰囲気下で行う。

【0037】

熱処理時間は適宜決めることができるが、通常、1分～3時間程度とする。

【0038】

熱処理工程の後、活性炭を水洗する水洗工程を行うこともできる。これによって、活性炭中のアルカリ金属をより低いレベルまで除去することができ、その結果、得られた活性炭を電極材料として使用した場合に、さらに耐久性に優れた電気二重層キャパシタを得ることができる。

【0039】

水洗工程において、水洗自体は、アルカリ賦活の後、また、アルカリ賦活の後に行われる上記二酸化炭素中での加熱の後に行われる公知の水洗方法によって適宜行うことができる。また、熱処理工程の後、水洗の前に酸洗を行ってもよい。酸洗自体は、アルカリ賦活

を伴う活性炭の製造方法として公知の方法によって適宜行うことができる。水洗を複数回繰り返すこともできる。水洗の後に酸洗し、その後に水洗を行うなど、適宜水洗と酸洗とを組合せることもできる。

【0040】

酸洗のために使用する酸としては、塩酸や酢酸などを用いることができる。これらを適宜希釈するなどし、活性炭を洗浄することができる。

【0041】

〔電気二重層キャパシタ〕

電気二重層キャパシタ用電極は、例えば上記のような活性炭を用い、公知の電気二重層キャパシタ用電極の製造方法によって製造することができる。例えば、上記のような活性炭に結合材と導電材とを加えて構成することができる。

【0042】

結合材としては、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、カルボキシメチルセルローズ、ポリビニルアルコール、ポリアクリル酸などを使用することができるが、中でも、ポリテトラフルオロエチレンは、混練時に繊維状となって活性炭と導電材とを強固に結合するとともに、活性炭の細孔を閉塞することが無いことから、好ましい。

【0043】

導電材としては、アセチレンブラック、ケッチェンブラック等の導電性カーボンブラックや、天然黒鉛、人造黒鉛、炭素繊維、アルミニウム、ニッケル等の金属繊維などを使用することができるが、中でも、少量で効果的に導電性が向上する点から、アセチレンブラック、ケッチェンブラックが好ましい。

【0044】

電気二重層キャパシタ用電極は、上記のような活性炭、導電材および結合材を公知の方法により成型することによって製造することができる。例えば、活性炭と導電材であるカーボンブラックとの混合物に結合材であるポリテトラフルオロエチレンを添加・混合した後、プレス成型やロール成型することによって電気二重層キャパシタ用電極を製造することができる。また、上記の混合物をスラリー状にしてからコーティングすることにより薄い塗布膜としてもよい。電気二重層キャパシタ用電極は、シート状の成型体であってもよいし、板状の成型体であってもよい。

【0045】

なお、電気二重層キャパシタ用電極中の活性炭の含有量、導電材の含有量および結合材の含有量は、上記のような電気二重層キャパシタのインピーダンス特性が得られる範囲内において適宜決めることができる。

【0046】

また、本発明において用いる電解液としては、上記のような電気二重層キャパシタのインピーダンス特性が得られれば、公知の電気二重層キャパシタに用いられている電解液を使用することができる。ただし、水系のものは電気化学的に分解電圧が低いことから、キャパシタの耐用電圧が低く制限されるので、有機溶媒系（非水系）電解液であることが好ましい。

【0047】

電解液の種類は特に限定されないが、一般的には溶質の溶解度、解離度、液の粘性などを考慮して選択され、高導電率であり、かつ、高電位窓（分解開始電圧が高い）の電解液であることが望ましい。

【0048】

電解液としては、例えば、テトラエチルアンモニウムテトラフルオロボレート、トリエチルメチルアンモニウムテトラフルオロボレート等の4級アンモニウム塩を、プロピレンカーボネート、ジエチルカーボネート、アセトニトリル等の有機溶媒に溶解したものを使用することができる。電解液中の4級アンモニウム塩の含有量は、適宜決めることができる。

【0049】

本発明の電気二重層キャパシタの構造については、公知の電気二重層キャパシタの構造を適宜採用することができる。例えば、電解液を含浸させた電極一对と、この2枚の電極間にセパレータとを有する構造とすることができる。なお、セパレータとしては、公知の電気二重層キャパシタに用いられているものを使用することができる。

【実施例】

【0050】

〔実施例1〕

（活性炭の製造）

揮発分6.5質量%の石油コークスに2倍量（質量基準）のKOHを混合し、窒素ガス雰囲気中、750℃で1時間加熱処理をして賦活物を得た。この賦活物に対して100倍量（質量基準）の水を加え、1時間攪拌して濾過する水洗操作を2回繰返し、続いて、0.1N（規定）の塩酸を賦活物に対して100倍量（質量基準）加え、1時間攪拌して濾過し、さらに上記と同様の水洗操作を行い、賦活物表面に残存しているカリウムを失活および除去した。

【0051】

次いで、この水洗した賦活物を窒素ガス雰囲気中、室温から5℃/分の昇温速度で700℃まで上げ、700℃到達時点で冷却を始めて、電気二重層キャパシタ電極用活性炭を得た。

【0052】

（電極の作製）

得られた活性炭0.8g、ケッチェンブラック0.1gおよびポリテトラフルオロエチレン0.1gを乳鉢にて混合・混練して一体化させた。そして、得られた混合物を0.1mm厚のトリアセテートフィルム2枚の間に挟み、幅160mm、上下ロール間隔0.7mm、加圧力235kgf/cm²としたニップロールの間に20回通して圧延した。この圧延したシートから直径16mm、厚さ0.5mmの円形状ディスクを2枚打ち抜き、真空乾燥機にて120℃で2時間乾燥して電極とした。

【0053】

（電気二重層キャパシタの作製）

得られた2枚の電極に、電解液（1mol/Lのトリエチルメチルアンモニウムテトラフルオロボレートを含むプロピレンカーボネート）を含浸させた。そして、この2枚の電極間に厚さ50μmのセルロース製セパレータを挟み、直径20mmのSUS316製コインセルの中に封入した。この際、電極とセルとの間に、集電体として、厚さ20μmのアルミ箔の表面に集電体用カーボン塗料を塗布したものを、塗料側を電極に面するようにして挟んだ。このようにして電気二重層キャパシタを作製した。

【0054】

（交流インピーダンスの測定）

20℃において、ソーラトロン社製、周波数応答アナライザーを使用して、0Vを中心に振幅10mVとし、周波数0.1Hz～1MHzの範囲にて掃引してインピーダンスを測定した。そして、この結果を複素平面にプロットした。その結果を図1に示す。

【0055】

〔実施例2〕

実施例1において、活性炭を熱処理した後、0.1N（規定）の酢酸を賦活物に対して100倍量（質量基準）加え、1時間攪拌して濾過し、さらに実施例1と同様の水洗操作を行った以外は、実施例1と同様にして電気二重層キャパシタ電極用活性炭を得た。

【0056】

そして、得られた活性炭を用い、実施例1と同様にして電気二重層キャパシタを作製し、交流インピーダンスの測定を行った。その結果を図1に示す。

【0057】

〔比較例1〕

市販の活性炭（関西熱化学社製、MSP20）を用い、実施例1と同様にして電気二重

層キャパシタを作製し、交流インピーダンスの測定を行った。その結果を図1に示す。

【0058】

〔比較例2〕

実施例1において、石油コークスに2.5倍量（質量基準）のKOHと1倍量（質量基準）のNaOHとを混合し、窒素ガス雰囲気中、800℃で1時間加熱処理をして賦活物を得たこと、および、水洗した後に、賦活物を700℃で熱処理しなかったこと以外は、実施例1と同様にして電気二重層キャパシタ電極用活性炭を得た。

【0059】

そして、得られた活性炭を用い、実施例1と同様にして電気二重層キャパシタを作製し、交流インピーダンスの測定を行った。その結果を図1に示す。

【0060】

実施例の電気二重層キャパシタは、インピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分（ Z_{re} ）の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値（ $-Z_{im}$ ）の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さず、比較例の電気二重層キャパシタよりも内部抵抗が低かった。

【産業上の利用可能性】

【0061】

本発明によれば、静電容量が高く、かつ、内部抵抗が低い電気二重層キャパシタを提供することができる。また、本発明によれば、静電容量が高く、かつ、内部抵抗が低い電気二重層キャパシタを得ることができる電気二重層キャパシタ電極用活性炭と、その製造方法とを提供することができる。

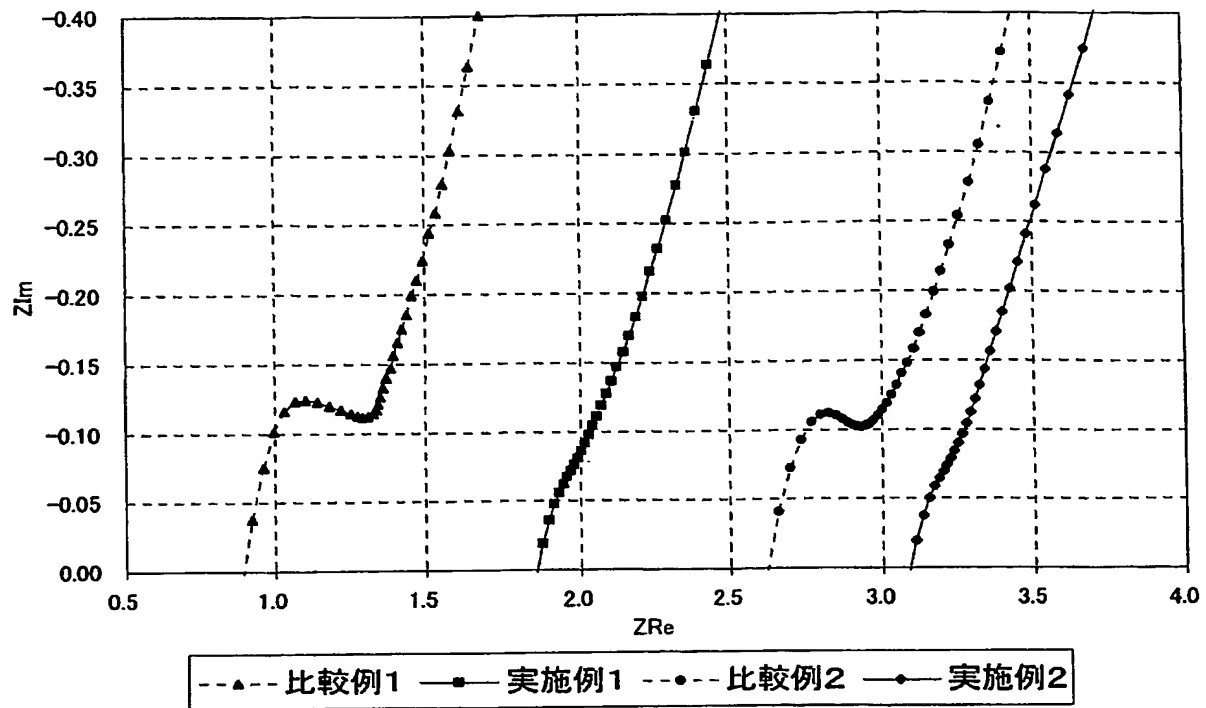
【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】 実施例および比較例の電気二重層キャパシタのインピーダンスを複素平面プロットしたものである。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 静電容量が高く、かつ、内部抵抗が低い電気二重層キャパシタ、このような電気二重層キャパシタを得ることができる電気二重層キャパシタ電極用活性炭、および、その製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の電気二重層キャパシタは、一対の電極と電解液とを有し、20℃で、0Vを中心に振幅10mVとし、周波数を0.1Hzから1MHzへと変化させて該電気二重層キャパシタの交流インピーダンス測定して、そのインピーダンスを複素平面プロットしたときに、実数成分(Z_{Re})の値が大きくなるに従って負である虚数成分の絶対値($-Z_{Im}$)の値が単調に大きくなり、極大点および極小点を有さないことを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 6 3 6 3 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 4 4 4]

1. 変更年月日	2 0 0 2 年 6 月 2 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都港区西新橋 1 丁目 3 番 1 2 号
氏 名	新日本石油株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.